

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND ~~RECHTS~~**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 19 SEP 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 39 247.1

Anmeldetag: 22. August 2002

Anmelder/Inhaber: aaflowsystems GmbH & Co KG, Essingen, Württ/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum Filtrieren von Flüssigkeiten

IPC: B 01 D 63/16

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 29. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Letang

Vorrichtung zum Filtrieren von Flüssigkeiten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Filtrieren von Flüssigkeiten. Eine
5 solche Vorrichtung ist beispielsweise in DE 100 19 672 A1 beschrieben.

Vorrichtungen dieser Art dienen zur Querstrom-Permeation von fließfähigen
Medien. Sie umfassen wenigstens zwei Wellen, auf denen jeweils viele
scheibenförmige Membrankörper parallel zueinander und in gegenseitigem
Abstand angeordnet sind. Die Wellen sind hohl, und die Membranscheiben
bestehen aus keramischem Material und sind von Radialkanälen durchzogen.
Zwischen den Radialkanälen und dem Innenraum der Hohlwelle besteht eine
leitende Verbindung. Die zu filtrierende Flüssigkeit gelangt von außen durch das
poröse Material des Membrankörpers in die Kanäle, und von dort aus in die
15 Hohlwelle.

Die genannten Wellen verlaufen parallel zueinander, so daß auch die
Membranscheiben zweier einander benachbarter Scheibenpakete parallel
zueinander angeordnet sind. Dabei sind die Wellen derart dicht nebeneinander
20 angeordnet, daß die Scheiben zweier Scheibenpakete verzahnungsartig
ineinandergreifen.

Die Scheiben müssen nicht den genannten Aufbau aus porösem keramischem
Material haben. Es gibt auch Anwendungsfälle, bei welchen einige Scheiben als
25 sogenannte Dummy-Scheiben aufgebaut sind. Auch ist es denkbar, die Scheiben
aus Siebkörpern herzustellen. Auch Kombinationen der genannten Bauarten sind
denkbar, beispielsweise die Paarung Siebkörper-Membrankörper. Im folgenden
soll nur von "Scheiben" gesprochen werden.

30 Im Folgenden geht es um die Kombination wenigstens einer Membranscheibe mit
wenigstens einer Turbulenzscheibe. Die Membranscheibe besteht aus einem

keramischen Material, das porös ist. Die Scheibe weist außerdem in ihrem Inneren makroskopische Hohlräume auf. Diese stehen in leitender Verbindung mit dem Innenraum jener Hohlwelle, die die Membranscheibe trägt.

5 Die Turbulenzscheibe befindet sich auf einer separaten Welle, die ebenfalls hohl sein kann. In diesem Falle kann sie zur Zufuhr von unfiltriertem Medium dienen.

Die genannten Wellen mit den darauf sitzenden Scheiben sind in der Regel in einem Behälter angeordnet. Dieser enthält die zu behandelnde Flüssigkeit, die durch das Membranmaterial hindurchgesetzt werden soll und von welcher Filtrat zum Hohlraum der Hohlwelle gelangt und von dort aus abgeführt wird. Der Behälter ist in der Regel ein geschlossener Druckbehälter.

Bei der Filtration in einer Vorrichtung der genannten Art sind folgende 15 Hauptforderungen zu erfüllen: Zum einen soll die Filtratqualität so hoch wie möglich sein. Dies bedeutet, dass aus dem zu filtrierenden Medium die abzutrennenden Stoffe möglichst vollständig abgetrennt werden. Zum anderen soll aber auch der Durchsatz so hoch wie möglich sein, das heißt die Menge des pro Zeiteinheit filtrierten Mediums.

20 Beide Forderungen stehen sich in der Praxis entgegen. Ist die Filtrationsqualität hoch, so ist der Durchsatz zwangsläufig gering.

Eine weitere Forderung ist die Forderung nach einer langen Standzeit. Unter 25 Standzeit wird hierbei die Zeitspanne zwischen zwei Reinigungsvorgängen der Membranscheibe verstanden. Es bedeutet anders ausgedrückt die Zeitdauer zwischen zwei notwendigen Reinigungsvorgängen.

Will man den Durchsatz steigern, bei einer gegebenen Filtrationsqualität, so könnte man daran denken, den Druck im Druckgefäß zu steigern, um eine 30 möglichst große Filtratmenge durch die Poren der Membran hindurchzupressen. Dies führt jedoch in manchen Fällen, beispielsweise bei Filtration von

Gelatinelösungen oder Bier, zu einer Änderung der Filtratqualität sowie zu einer Verminderung des Fluxes. Man erreicht somit bei einer zu hohen Druckdifferenz zwischen Unfiltrat und Permeat nur das Gegenteil dessen, was man will.

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art derart zu gestalten, dass eine möglichst hohe Filtrationsqualität erzielt wird, bei möglichst hohem Durchsatz und langer Standzeit, ferner bei Betrieb der gesamten Membranfläche und ermöglicht optimalem und gleichem Trasmembrandruck. „Transmembrandruck“ ist die Druckdifferenz, die zwischen Unfiltrat auf der Vorderseite des Filtermediums in Fließrichtung und der Filterscheibe, somit nach dem Durchtritt durch das Filtermedium herrscht.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

15 Der Erfinder ist von folgenden Überlegungen ausgegangen:

Der Erfinder geht aus von Scheiben - eine Membranscheibe sowie eine benachbarte Turbulenzscheibe -, die sich in Draufsicht gesehen überlappen, und die außerdem im selben Drehsinn umlaufen.

20 Haben die Scheiben einen gleich großen Durchmesser, und laufen sie mit derselben Drehzahl um, so ist die Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Scheiben an jedem beliebigen Punkt des Überlappungsbereiches, das heißt in jedem beliebigen Abstand von der einen und der anderen Drehachse – gleich groß.

25 Bestehe die Forderung nach möglichst konstantem und niedrigem Transmembrandruck, so darf der durch Zentrifugalkraft erzeugte Druckanstieg P_z innerhalb der Scheibe (von innen nach außen) einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Das heißt, die Membranscheibe darf eine bestimmte

Umfangsgeschwindigkeit nicht überschreiten. Andernfalls strömt filtriertes Medium im Umfangsbereich der Membranscheibe aus dieser in den Unfiltratraum zurück.

Die Forderung nach konstanter und zugleich sehr hoher Geschwindigkeitsdifferenz zwischen benachbarten, einander überlappenden Scheiben bei niedrigem, durch Zentrifugalkraft erzeugten Druckanstieg p_z , innerhalb der Membranscheibe lässt sich aber nur dann erfüllen, wenn die Membranscheibe nur langsam umläuft und die Turbulenzscheibe mit entsprechend höherer Geschwindigkeit.

Bei einem System, umfassend eine Membranscheibe und eine Turbulenzscheibe, geht es beispielsweise darum, die folgenden Forderungen zu erfüllen:

ΔV = Konstant (auf der Verbindungsleitung zwischen der Rotationsachse einer Membranscheibe und der Rotationsachse einer Turbulenzscheibe)
15 ΔV = deutlich größer als 5 m/s
 p_z = < 0,1

Die Membranscheibe und die Turbulenzscheibe müssen bezüglich ihrer Durchmesser und ihrer Drehzahlen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Beispiel 1:

25 Membranscheibendurchmesser = 312 mm
Drehzahl der Membranscheibe = 4.5 s^{-1}
 V_{\max} der Membranscheibe = 3,92 m/s
 V_{\min} der Membranscheibe = 1,57 m/s
30 p_z der Membranscheibe = 0,15 bar
Angestrebtes ΔV = 15 m/s

Die Turbulenzscheibe muss in den Position V_{\min} beziehungsweise V_{\max} der Membranscheibe (in der jeweiligen Gegenrichtung) Geschwindigkeiten aufweisen, die eine Ergänzung zur Zielgeschwindigkeitsdifferenz bewirken ($\Delta V = 15 \text{ m/s}$).

5

Bei einem angestrebten ΔV von 15 m/s muss - beispielsweise bei einer Membranscheibe mit einem Durchmesser von 312 mm - in Position V_{\min} $15 - 1,57 = 13,43 \text{ m/s}$ und in der Position V_{\max} $15 - 3,92 = 11,08 \text{ m/s}$ durch die Turbulenzscheibe erzeugt werden.

Die maximale Geschwindigkeit auf der Turbulenzscheibe beträgt somit 13,43 m/s. Die geringere Geschwindigkeit der Turbulenzscheibe in der Position von V_{\max} der Membranscheibe (11,08 m/s) befindet sich auf Radius_{\max} der Turbulenzscheibe - (Position V_{\max} - Position V_{\min}) $= \text{Radius}_{\max} - (156 \text{ mm} - 62,5 \text{ mm})$
 $= \text{Radius}_{\max} - 93,5 \text{ mm}$

15

mit $\frac{\text{Radius}_{\max} - 93,5 \text{ mm}}{\text{Radius}_{\max}} = \frac{11,08}{13,43}$ folgt:

$$\text{Radius}_{\max} = 534,34 \text{ mm}$$

Die Drehzahl der Turbulenzscheibe muss so gewählt werden, dass sich für V_{\max} eine Umfangsgeschwindigkeit von 13,43 m/s ergibt.

$$n \cdot 2\pi r = 13,43 \text{ m/s, somit}$$

25

$$n = 4 \text{ s}^{-1}$$

Geänderte Forderungen bezüglich der Parameter

30

- maximales p_z
- gewünschte Differenzgeschwindigkeit

Membranscheibengröße

führen zu entsprechenden Durchmessern und Drehzahlen für die Turbulenzscheibe.

5

Wenn hier von „Turbulenzscheibe“ die Rede ist, so bedeutet dies, dass es sich um eine Scheibe handelt, die die Funktion der Turbulenzerzeugung besitzt. Sie kann aus Keramik, aber auch aus Metall usw. bestehen. Sie kann glatt, genoppt, gelocht usw. sein. Sie kann auf einer Vollwelle oder einer Hohlwelle angeordnet sein und sie kann zusätzlich die Funktion der Zufuhr von zu filtrierendem Medium oder Waschmedium übernehmen.

Beispiel II:

15

Membranscheibendurchmesser 312

$p_z = 0,15$ bar

Drehzahl der Membranscheibe = 4,5 upm

V_{max} der Membranscheibe = 3,92 m/s

20

Differenzgeschwindigkeit m/s	Durchmesser der Dummiescheibe m	Drehzahl der Dummiescheibe upm
8	0,512	4
10	0,671	4
15	1,07	4
20	1,466	4

Beispiel III:

Membranscheibendurchmesser 90 mm

$p_z = 0,15$ bar

Drehzahl der Membranscheibe = 13,55

5 V_{max} der Membranscheibe = 3,92 m/s

Differenzgeschwindigkeit m/s	Durchmesser der Dummyscheibe M	Drehzahl der Dummyscheibe upm
8	0,272	7
10	0,361	7
15	0,587	7
20	0,812	7

10 Beispiele von Druckverhältnissen aufgrund von Zentrifugalkräften in
Membranscheiben mit unterschiedlichen Durchmessern

Die folgenden Übersichten zeigen den Zusammenhang zwischen V_{min} , V_{max} , ΔV , p_{zmax} und der Drehzahl der Membranscheiben (bei gleicher Drehzahl und gleicher Drehrichtung).

Beispiel 1

Beide Membranscheiben haben einen Durchmesser von 90 mm. Auf Figur 1 wird verwiesen.

5

$N (s^{-1})$	$V_{min} (ms^{-1})$	$V_{max} (ms^{-1})$	$\Delta V (ms^{-1})$	$p_z \text{ bar} \approx$
2	0,28	0,56	0,84	0,004
5	0,71	1,41	2,12	0,018
10	1,41	2,83	4,24	0,08
15	2,12	4,24	6,36	0,18
20	2,83	5,65	8,48	0,35
30	4,24	8,48	12,72	0,85

Beispiel 2

10

Beide Membranscheiben haben einen Scheibendurchmesser von 312 mm. Auf Figur 2 wird verwiesen.

$n (s^{-1})$	$V_{min} (ms^{-1})$	$V_{max} (ms^{-1})$	$\Delta V (ms^{-1})$	$p_z \text{ bar} \approx$
1	0,393	0,98	1,37	0,01
2	0,785	1,96	2,75	0,04
4	1,571	3,92	5,49	0,15
6	2,36	5,88	8,24	0,35
8	3,14	7,84	10,98	0,63
12	4,72	11,76	16,48	1,40

15

p_z hängt nur von der Umfangsgeschwindigkeit der Membranscheibe ab. Im Falle der überlappenden Scheibe mit gleicher Drehrichtung und gleicher Drehzahl ist p_z nur von ΔV abhängig.

5 Für die Filtration bedeutet dies, dass bei nur geringem, zulässigem Transmembrandruck von beispielsweise 0,4 bar die Druckdifferenz innerhalb der Scheibe einen deutlich geringeren Betrag nicht überschreiten sollte, beispielsweise 0,15 bar. Damit darf ΔV einen Wert von höchstens 5,49 m/s annehmen.

Höhere Geschwindigkeiten, die im Sinne höherer Turbulenz und besserer Filtrationsleistung wünschenswert wären, sind somit nicht zulässig.

15 Die Forderungen nach konstanter Geschwindigkeitsdifferenz zwischen den Scheiben, hoher Geschwindigkeitsdifferenz bei niedrigem p_z innerhalb der Membranscheibe, lässt sich dann erfüllen, wenn die Membranscheibe nur langsam umläuft, beispielsweise mit weniger als 5 m/s, und die entsprechend höhere Geschwindigkeit von einer Turbulenzscheibe übernommen wird.

Um zum Beispiel in einem System Membranscheibe – Turbulenzscheibe alle Forderungen zu erfüllen, nämlich

20

$$\Delta V = \text{konstant}$$

$$\Delta V \gg 5 \text{ m/s}$$

$$p_z < 0,15 \dots \text{(in der Membranscheibe)}$$

25

muss die Turbulenzscheibe in Bezug auf Durchmesser und Drehzahl in einem bestimmten Verhältnis zur Membranscheibe stehen.

Beispiel:

Membranscheibendurchmesser = 312 mm

Drehzahl der Membranscheibe = 4 s^{-1}

5 V_{\max} der Membranscheibe = 3,92 m/s

V_{\min} der Membranscheibe = 1,57 m/s

p_z der Membranscheibe = 0,15 bar

angestrebtes ΔV = 15 m/s

Die Turbulenzscheibe muss an den Positionen V_{\min} beziehungsweise V_{\max} der Membranscheibe (in der jeweiligen Gegenrichtung) Geschwindigkeiten besitzen, die die Ergänzung zur Zielgeschwindigkeit ($\Delta V = 15 \text{ m/s}$) bewirken.

15 Bei einem Ziel ΔV von 15 m/s muss in Position V_{\min} $15 - 1,57 = 13,43 \text{ m/s}$ sein, und in Position V_{\max} $15 - 3,92 = 11,08 \text{ m/s}$ in Gegenrichtung erzeugt werden.

Ermitteln des „richtigen“ Durchmessers der Turbulenzscheibe:

Die maximale Geschwindigkeit auf der Turbulenzscheibe beträgt 13,43 m/s. Die 20 geringere Geschwindigkeit der Turbulenzscheibe an der Position von V_{\max} der Membranscheibe beträgt 11,08 m/s. Sie befindet sich auf $\text{Radius}_{\max} - (\text{Position } V_{\max} - \text{Position } V_{\min})$

$$= \text{Radius}_{\max} - (156 \text{ mm} - 62,5 \text{ mm})$$

$$\text{somit bei } = \text{Radius}_{\max} - 93,5 \text{ mm}$$

25

$$\text{mit } \frac{\text{Radius}_{\max} - 93,5 \text{ mm}}{\text{Radius}_{\max}} = \frac{11,08}{13,43}$$

$$(\text{Radius}_{\max} - 93,5 \text{ mm}) 13,43 = 11,08 V_{\max}$$

$$13,43 \text{ Radius}_{\max} - 1255,7 \text{ mm} = 11,08 V_{\max}$$

30

$$2,35 \text{ Radius}_{\max} = 1255,7 \text{ mm}$$

$$V_{\max} = 534,34 \text{ mm}$$

Auf Figur 3 wird verwiesen.

5 Die Drehzahl für die Turbulenzscheibe muss so gewählt werden, dass sich für V_{\max} eine Umfangsgeschwindigkeit von 13,43 m/s ergibt.

$$\begin{aligned} n \cdot 2\pi V_{\max} &= 13,43 \text{ ms}^{-1} \\ &= \frac{13,43 \text{ m s}^{-1}}{0,53434 \text{ m} \cdot 2 \cdot \pi} = 4,0 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

Geänderte Forderungen bezüglich der Parameter

- maximales p_z
- gewünschte Differenzgeschwindigkeit
- Membranscheibengröße

15 führen zu entsprechenden Durchmessern und Drehzahlen für die Turbulenzscheibe.

Membranscheibendurchmesser 312 mm

$$p_z = 0,15 \text{ bar}$$

$$\text{Drehzahl der Membranscheibe} = 4 \text{ s}^{-1}$$

$$V_{\max} \text{ der Membranscheibe} = 3,92 \text{ m/s}$$

Differenzgeschwindigkeit m/s	Durchmesser der Turbulenzscheibe M	Drehzahl der Turbulenzscheibe s ⁻¹
8	0,512	4
10	0,671	4
15	1,07	4
20	1,466	4

Membranscheibendurchmesser 90 mm

$p_z = 0,15 \text{ bar}$

5 Drehzahl der Membranscheibe = $13,5 \text{ s}^{-1}$

V_{\max} der Membranscheibe = $3,92 \text{ m/s}$

Differenzgeschwindigkeit Membran-Turbulenzscheibe m/s	Durchmesser der Turbulenz-Scheibe M	Drehzahl der Turbulenzscheibe s^{-1}
8	0,272	7
10	0,361	7
15	0,587	7
20	08,12	7

10

Die Figuren 4 bis 7 zeigen weitere Ausführungsbeispiele. Dabei sind jeweils zwei Scheiben dargestellt. Die links dargestellte Scheibe ist eine Membranscheibe. Sie hat in allen vier Fällen einen gleichgroßen Durchmesser, nämlich 312mm.

11 Die rechts dargestellte Scheibe ist eine Turbulenzscheibe. Sie ist in den genannten vier Figuren 4, 5, 6, 7 ungleichgroß; ihr Durchmesser beträgt 512,788,1070 und 1724mm.

20 Links neben der Membranscheibe sind die angestrebten Differenzgeschwindigkeiten Delta V aufgeführt: 8, 10, 15, 20m/s.

Die Figuren 8 und 9 veranschaulichen eine weitere Ausführungsform. Hierbei sind sechs Membranscheiben um eine Turbulenzscheibe herumgruppiert – wohl gemerkt immer wieder mit Überlappung. Figur 8 zeigt die Vorrichtung in

Draufsicht, und Figur 9 in Seitenansicht. Die genannten Scheiben befinden sich in
einem Behälter, dessen Inneres unter Druck steht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Filtrieren eines Mediums;
 - 1.1 mit wenigstens einer Membranscheibe;
 - 1.2 mit wenigstens einer Turbulenzscheibe;
 - 1.3 die beiden Scheiben sind drehbar gelagert;
 - 1.4 die beiden Scheiben sind wie folgt angeordnet:
 - 1.4.1 ihre Drehachsen verlaufen im wesentlichen parallel zueinander
 - 1.4.2 sie überlappen sich in Draufsicht
 - 1.4.3 sie sind in axialer Richtung nahe beieinander angeordnet, so dass die Turbulenzscheibe im Bereich der betreffenden Seitenfläche der Membranscheibe eine Turbulenz erzeugt;
 - 1.5 die Membranscheibe ist mit einer Hohlwelle drehfest verbunden;
 - 1.6 die Hohlwelle ist mit einem Hohlraum in der Membranscheibe leitend verbunden;
 - 1.7 der Durchmesser der Membranscheibe ist kleiner als der Durchmesser der Turbulenzscheibe;
 - 1.8 die beiden Scheiben sind im selben Drehsinn angetrieben;
 - 1.9 die Differenz der Umfangsgeschwindigkeiten der beiden Scheiben auf der Verbindungslinie zwischen ihren Drehachsen ist im Überlappungsbereich an jeden Punkt wenigstens annähernd gleich groß.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit den folgenden Merkmalen:
 - 2.1 es ist eine Mehrzahl von Membranscheiben und eine Mehrzahl von Turbulenzscheiben vorgesehen;
 - 2.2 die Scheiben sind derart angeordnet, dass jeweils eine Scheibe der einen Gattung in den Zwischenraum zwischen zwei andern der benachbarten Scheiben der anderen Gattung eingreift.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auch die Turbulenzscheibe mit einer Hohlwelle drehfest verbunden ist und einen

**Hohlraum aufweist, der mit dem Hohlraum der Hohlwelle in leitender
Verbindung steht**

Vorrichtung zum Filtrieren von Flüssigkeiten

Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Filtrieren eines Mediums.

Gemäß der Erfindung ist eine solche Vorrichtung mit den folgenden Merkmalen versehen:

1. Vorrichtung zum Filtrieren eines Mediums;
- 1.1 mit wenigstens einer Membranscheibe;
- 1.2 mit wenigstens einer Turbulenzscheibe;
- 1.3 die beiden Scheiben sind drehbar gelagert;
- 1.4 die beiden Scheiben sind wie folgt angeordnet:
 - 1.4.1 ihre Drehachsen verlaufen im wesentlichen parallel zueinander
 - 1.4.2 sie überlappen sich in Draufsicht
 - 1.4.3 sie sind in axialer Richtung nahe beieinander angeordnet, so dass die Turbulenzscheibe im Bereich der betreffenden Seitenfläche der Membranscheibe eine Turbulenz erzeugt;
- 20 1.5 die Membranscheibe ist mit einer Hohlwelle drehfest verbunden;
- 1.6 die Hohlwelle ist mit einem Hohlräum in der Membranscheibe leitend verbunden;
- 1.7 der Durchmesser der Membranscheibe ist kleiner als der Durchmesser der Turbulenzscheibe;
- 25 1.8 die beiden Scheiben sind im selben Drehsinn angetrieben;
- 1.9 die Differenz der Umfangsgeschwindigkeiten der beiden Scheiben auf der Verbindungslinie zwischen ihren Drehachsen ist im Überlappungsbereich an jeden Punkt wenigstens annähernd gleich groß.

zu P16261

Fig. 1

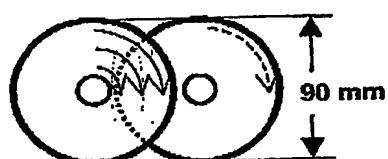


Fig. 2

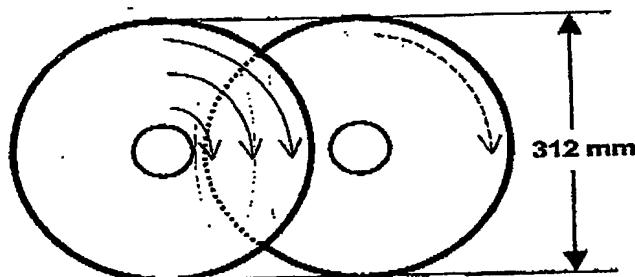
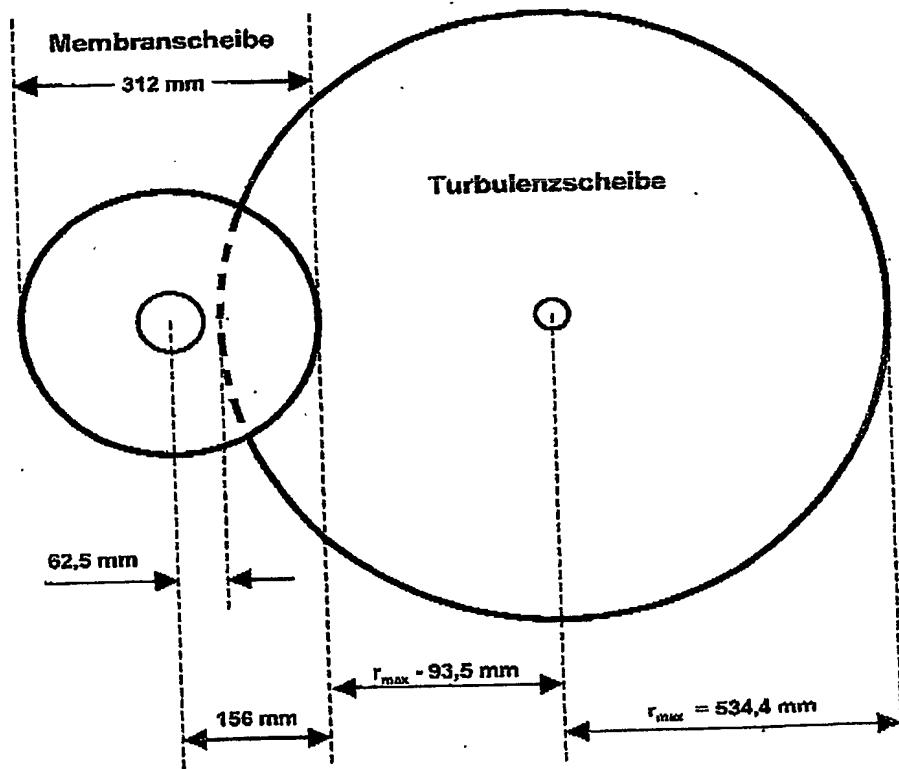


Fig. 3



memo

IX

Membranole ϕ 312 mm Dummy-Blätter

Turbulenzschicht

$$n = 4 \text{ s}^{-1}$$

$$V_{min} = 1,57 \text{ m s}^{-1}$$

$$V_{max} = 3,92 \text{ m s}^{-1}$$

$$\Delta V = 8 \text{ m/s}$$

Fig. 4

$$n = 4$$

$$V_{min} = 4,08 \text{ m s}^{-1}$$

$$V_{max} = 6,43 \text{ m s}^{-1}$$

$$\phi = 512 \text{ mm}$$

$$\Delta V = 10 \text{ m/s}$$

Fig. 5

$$n = 3,4$$

$$V_{min} = 6,43 \text{ m s}^{-1}$$

$$V_{max} = 8,43 \text{ m s}^{-1}$$

$$\phi = 788 \text{ mm}$$

$$\Delta V = 15 \text{ m/s}$$

Fig. 6

$$n = 4$$

$$V_{min} = 11,08 \text{ m s}^{-1}$$

$$V_{max} = 13,43 \text{ m s}^{-1}$$

$$\phi = 1070 \text{ mm}$$

$$\Delta V = 20 \text{ m/s}$$

Fig. 7

$$n = 3,4$$

$$V_{min} = 16,42 \text{ m s}^{-1}$$

$$V_{max} = 18,43 \text{ m s}^{-1}$$

$$\phi = 1724 \text{ mm}$$

zu P 96261

Beispiel für praktische Anwendung

Forderungen: $p_2 \leq 0,15$ bar

$AB = 10 \text{ m}^2$

Membranscheibe: $\phi = 312 \text{ mm}$

$n = 4,5$

$V_{\min} = 1,57 \text{ m s}^{-1}$

$V_{\max} = 3,92 \text{ m s}^{-1}$

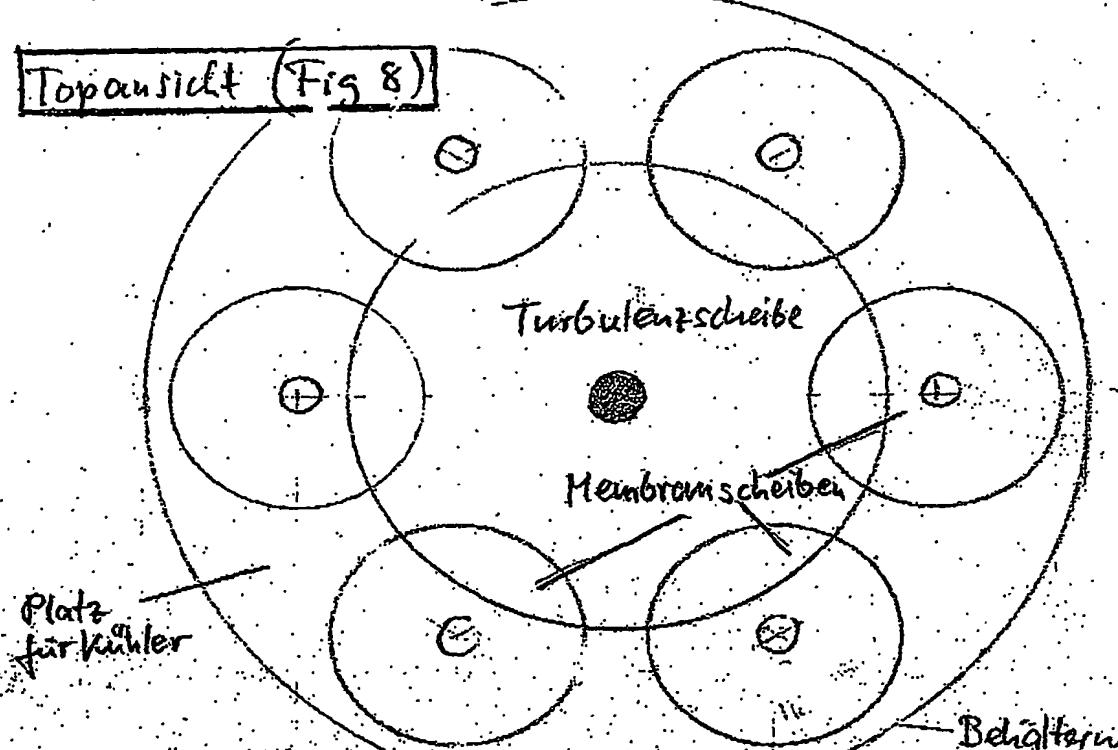
Turbulentscheibe: $\phi = 671 \text{ mm}$

$n = 4,5$

$V_{\min} = 6,08 \text{ m s}^{-1}$

$V_{\max} = 8,43 \text{ m s}^{-1}$

Topansicht (Fig 8)



Seitenansicht (Fig 9)

